



Espacenet

Bibliographic data: KR 100257903 (B1)

PLASMA ETCHING APPARATUS CAPABLE OF IN-SITU MONITORING, ITS IN-SITU MONITORING METHOD AND IN-SITU CLEANING METHOD FOR REMOVING RESIDUES IN PLASMA ETCHING CHAMBER

Publication date: 2000-08-01
Inventor(s): CHO SUNG BUM [KR]; KIM HAK PHIL [KR]; SHIN EUN HEE [KR]; CHOI BACK SOON [KR]
Applicant(s): SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR] +
Classification:
- International: C23F4/00; H01J37/32; H01L21/302; H01L21/3065; H05H1/00; H05H1/46; (IPC1-7): H01L21/3065
- European: H01J37/32D1C1
Application number: KR19970079194 19971230
Priority number (s): KR19970079194 19971230
Also published as:

- GB 2332881 (A)
- US 6146492 (A)
- TW 473771 (B)
- JP 11204509 (A)
- DE 19844882 (A1)
- more

Abstract of KR 100257903 (B1)

PURPOSE: A plasma etching device, its in-situ monitoring method and the in-situ cleaning method are provided to optimize the process recipe for performing the polysilicon plasma etching process by using a residual gas analyzer - quadrupole mass spectrometer and cleaning the etching chamber by in-situ after the etching step. **CONSTITUTION:** From a sampling manifold, the gas in the etching chamber is sampled. In order to decrease the initial grounding value of the gas analyzer below a predetermined level, the gas is baked and outgassed. With respect to the semiconductor wafer received in the etching chamber, the etching process for forming a polysilicon storage electrode is performed to monitor the react mechanism of the process gas. After the etching process is completed, the wafer is unloaded and the waste gas in the etching chamber is discharged. As the cleaning gas is supplied into the etching chamber with in-situ, the reaction mechanism of the cleaning gas is monitored. In addition, in order to perform the residual cleaning step, the semiconductor wafer is unloaded in the etching chamber. SF₆ + Cl₂ gas is supplied to the etching chamber to clean the etching residuals in the etching chamber. The residuals cleaned is pumped to be removed.

Last updated: 12.10.2011 Worldwide Database 5.7.23.2: 92p

(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁷	(48) 공고일자	2000년08월01일
H01L 21/3085	(11) 등록번호	10-0257903
	(24) 등록일자	2000년02월06일
(21) 출원번호	(35) 공개번호	국1999-0068930
(22) 출원일자	(43) 공개일자	1999년07월25일
10-1997-0078194		
1997년12월30일		

(73) 특허권자	삼성전자주식회사* 윤종용
(72) 발명자	경기도 수원시 팔달구 미련3동 418 조성범 경기도 수원시 팔달구 양포동 288-2번지, 세종아파트 311호 김학필 경기도 용인시 기흥읍 농서리 산 24번지 신은희 서울특별시 권역구 신명5동 1430-31번지 최복순 서울특별시 용마구 사당2동 105번지 사당우성아파트 208동 1202호 박만순, 산동준
(74) 대리인	

심사관 : 서대훈

(54) 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치, 그 인시류 모니터링방법, 플라즈마 식각챔버내의 잔류물 제거를 위한 인시류 세정방법

요약

본 발명은 RGA-QMS(Residual Gas Analyzer - Quadrupole Mass Spectrometer)를 사용하여 플라즈마를 플라즈마 식각공정 및 식각공정 수행 후 인시류(In-situ)로 식각챔버내를 세정하는 공정 레시피 최적화에 관한 것이다.

본 발명의 식각장치는, 플라즈마를 이용한 식각챔버; 공정가스 공급수단; 폐가스를 정화수단에 의해 제거하는 폐가스 배기수단; 식각챔버에 연결되어 식각챔버내의 가스를 차압을 이용하여 샘플링하는 샘플링 매니폴드; 및 상기 샘플링 매니폴드로부터의 샘플링가스를 분석하는 가스분석기를 구비하며, 상기 샘플링 매니폴드로부터 가스를 인라인으로 샘플링하여 식각공정 및 세정공정의 공정제시작을 최적화한다.

따라서, 공정시간의 단축과 설비의 수명연장 및 생산성 향상의 효과가 있다.

도표

도2

용어서

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 플라즈마 식각챔버내의 잔류물(residue) 제거를 위한 세정공정의 과정을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치의 주변구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도3은 도2의 인시류 모니터링장치 부분을 구체적으로 도시한 도면이다.

도4는 도2의 플라즈마 식각장치에서의 식각공정 평가 및 세정공정의 과정을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도5는 본 발명의 식각레시피에 따른 스토리지 플라 식각공정에 대한 주요 가스의 트렌드를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타낸다.

도6은 도5의 주식각단계의 특정 스텝에서의 스텝트렌드를 나타낸다.

도7은 본 발명의 식각레시피에 따른 스토리지 플라 식각공정에 대한 식각공정용 OFS로 분석한 결과를 나타낸다.

도8은 본 발명의 식각레시피에 따른 스토리지 플라 식각공정에 대한 주요 가스의 트렌드를

RGA-QMS로 분석한 결과를 나타낸다.

도9은 도8의 주석각단계의 특정 스펙트럼에서의 스펙트럼을 나타낸다.

도10은 본 발명의 식각제시제2에 따른 스토리지 물의 식각공정에 대한 식각공정물 OES로 분석한 결과를 나타낸다.

도11은 본 발명의 일 실시예에 따른 식각제에 연시류 세정수 주유가스의 흐름도를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타낸다.

도12는 도11에 비하여 주석각시간을 연장한 식각제에 연시류 세정수 주유가스의 흐름도를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타낸다.

도13은 본 발명의 일 실시예에 따른 최적화된 식각제에 연시류 세정수 주유가스의 흐름도를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타낸다.

주도입의 주요부분에 대한 부호의 설명

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 10 : 식각챔버 | 12 : 일련인부 |
| 14 : 로드락챔버 | 16 : 카세트로딩부 |
| 20 : 식각가스공급원 | 22 : 가스공급부 |
| 24 : 운반가스공급원 | 30 : 세기용관공급부 |
| 40 : 스크리버 | 50 : 분기부 |
| 50 : 선풍형 맥시멈드 | 52 : 연결부 |
| 54 : 선풍형관 | 58 : 선풍형포트 |
| 60, 62, 64, 66 : 에어밸브 | 68, 70, 72 : 마이크로레이선밸브 |
| 74 : 게이징밸브 | 76 : CM 게이징 |
| 78 : 압력조절용 배기관 | 80 : 가스분석기 |
| 82 : 이온게이지 | 84 : 질량분석기 |
| 86 : 터보펌프 | 88 : 배어킹용 펌프 |
| 90 : 선풍형용 펌프 | |

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 질량분석기를 내장한 RGA-QMS(Residual Gas Analyzer - Quadrupole Mass Spectrometer)를 사용하여 연시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치에 관한 것이다. 또한 질량분석기를 내장한 RGA-QMS를 사용하여 플라즈마 식각챔버에서 수행되는 플라즈마 내의 식각공정물과 식각제에 대한 세정공정물 연시류(In-situ)로 모니터링하는 방법에 관한 것이다. 또한 상기 RGA-QMS를 사용하여 식각제에 대한 가스 방출비키나를 모니터링하여 세정공정물 최적화시킨 플라즈마 식각제내의 잔류물 제거를 위한 연시류 제정방법에 관한 것이다.

반도체소자 제조공정은 일반적으로 특정의 조건이 형성된 공정챔버 내에서 수행되며, 특히 플라즈마 식각, 플라즈마 CVD(CVDPECVD) 공정에서는 많은 반응부산물 생성되며, 이들은 사용되는 가스나 프로세싱가스 등과 반응하여 고분자물질(Polymer)을 생성하게 된다. 플라즈마 공정에서 발생된 이러한 반응부산물들은 웨이퍼 표면이나 공정챔버 내벽에도 부착되기 때문에 공정 불량과 미량의 반응 및 파탄을 발생을 초래하게 된다. 이들은 반도체 제조공정 수행중 웨이퍼의 디펙트 요인이 되어 수율저하를 초래한다.

이러한 디펙트요인의 감소를 위해 공정시간 동안 공정챔버의 반복된 피펫(Preventive Maintenance)을 수행하게 되나 설비의 운용시간은 반도체장치의 생산성을 저하시키는 요인으로 작용한다.

종래의 일반적인 공정챔버의 피펫과정을 도1에 도시하였다. 상기 피펫과정을 살펴보면, 먼저 반도체 웨이퍼에 대한 특정의 공정을 수행한 후 시스템의 전력을 오프하여 시스템 가동중지를 하고 시스템을 냉각시킨다. 공정챔버가 충분히 냉각되면 공정챔버 내의 부품들을 자동으로 해제 제거한다. 이어서 제거된 각 부품들을 순차식각하여 플라즈마에 의한 반응부산물들을 제거시킨다. 상기 순차식각은 공정챔버내의 물리설비관리나 설비관리이더리드릭을 제거하기 위하여 종상 열화소(UP) 계통의 용해인공을 사용한다. 이어서 제거된 부품들을 공정챔버 내에 도입한 후, 잔류물질을 가동하여 공정챔버가 소정의 압력이 유지되도록 챔핑을 수행하며, 대신 플라즈마 웨이퍼를 공정챔버 내로 도입한 후 소정의 에칭(etching)을 수행한 후, 폐단을 측정하는 등의 공정챔버 내에서 설계 공정을 수행할 수 있는 조건이 구비될 수 있는 지 여부를 판단하는 공정 보증(Process Recertification)을 실시한다.

그러나 이와 같은 피펫방법은 그 내용 및 노력의 소모가 클 뿐만아니라 소요시간도 24시간

이상이 걸리는 등의 문제점이 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 상기 흡식작업을 수행하는 대신에 NF_3 , CF_4 가스를 이용한 플라즈마식각을 거가나, 열적 쇼크에 의해 침식에 대한 형상 변 막을 제거하는 열적쇼크기술(Thermal Shock Technology)을 사용하기도 하였으며, Cl_2 , Br_2 가스를 사용하여 건식식각을 수행하기도 하였다.

그러나 이러한 기술들을 사용하더라도 여전히 유분물질 제거 및 조형성이아하가 문제로 그 처리비용 및 노동력의 소모가 많 뿐만아니라 소요시간도 상당히 길어는 등의 문제점이 있다.

또한 일부 건식 식각가스를 사용하여 인사류로 공형체 내를 세정하는 방법이 제기되기도 하였지만 세정시 공형체 내의 가스의 정확한 반응메카니즘을 알 수가 없어서 세정의 효과를 정확히 파악할 수 없다는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은, 상기 종래기술들의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 세정가스 공급수단, 샘플링 펌프나 배니폰드 및 가스분석기를 구비하여 인사류로 플라즈마 식각 챔버 내를 정확하게 세정할 수 있도록 한 인사류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치를 제공하는 데 있다.

본 발명의 다른 목적은, 상기 본 발명의 플라즈마 식각장치에서 반도체 웨이퍼에 대한 물리식각 관련 스트리치전극 형성을 위한 식각공정과 식각공정 실행 후 식각형체를 인사류로 세정하는 세정공정을 인사류로 모니터링하는 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 또다른 목적은, RGA-QMS를 이용하여 플라즈마 식각 챔버에 잔류하는 잔류물질을 제거하는 피크피크인 인사류 세정방법을 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 인사류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치는, 플라즈마를 이용한 식각공정에 수행되는 식각형체: 상기 식각형체를 공급하기 위한 공정 가스 공급수단: 상기 식각형체로부터 공정수행 후의 폐가스를 평형수단에 의해 제거하는 폐가스 배기수단: 상기 식각형체에 연결되어 식각형체내의 가스를 차압을 이용하여 샘플링하는 샘플링 펌프나 배니폰드 및 상기 샘플링 펌프나 배니폰드로부터의 샘플링가스를 분석하는 가스분석기를 구비하여 이루어진다.

상기 식각형체는 플라즈마를 이용하여 반도체 웨이퍼의 스트리치 물리식각 관련 전극 형성을 위한 식각공정이 이루어지는 식각챔버이며, 상기 공정가스 공급수단에 의한 SiF_4 및 Cl_2 가스를 혼합하는 공정가스가 공급되며, 이외에도 첨가가스나 운반가스(carrier gas)가 공급될 수 있다.

운반가스, 예를 들어 질소가스가 상기 식각 챔버 및 상기 샘플링 펌프나 배니폰드에 다 공급될 수 있으며, 상기 식각 챔버 내에는 측정가스의 파장변화를 모니터링할 수 있는 OES(Optical Emission Spectroscopy)가 더 설치될 수 있으며, 또한 상기 식각 챔버는 식각대상물을 고진공상태에 대기시켜 놓는 로드락 챔버와 결합되어 있으며, 상기 식각 챔버와 로드락 챔버에는 압력변화의 추이를 모니터링할 수 있는 오실로스코프(Oscilloscope)가 각각 더 설치될 수 있다.

상기 샘플링 펌프나 배니폰드에는 상기 식각 챔버내의 압력과 동일하게 유지될 수 있도록 일체 오리피스 가 설치되어 있어 차압을 이용하여 샘플링이 가능하도록 하며, 보다 구체적으로는 상기 샘플링 펌프나 배니폰드는 상기 식각 챔버내의 압력과로부터 순차적으로 제 1 에어 밸브, 제 2 에어 밸브, 제 1 아이솔레이션 밸브, 제 2 아이솔레이션 밸브, 제 3 아이솔레이션 밸브 및 게이트 밸브가 설치되어 있다. 상기 샘플링 펌프나 배니폰드에는 마지막으로 운반가스가 공급되며, 상기 운반가스 공급라인은 운반가스 공급펌프로부터 상기 제 1 및 제 2 에어 밸브에 각각 연결되어 중간에 각각 제 3 및 제 4 에어 밸브를 구비하여 가스분석기의 진공도를 높일 수 있다.

상기 샘플링 펌프나 배니폰드의 제 1 아이솔레이션 밸브와 제 2 아이솔레이션 밸브 사이에는 CK(Capacitance Manometer)가 설치되어 상기 식각 챔버와 샘플링 펌프나 배니폰드 사이의 압력차를 측정할 수 있도록 함으로써 구비하는 압력조절용 배기라인을 더 설치할 수 있으며, 상기 폐가스 배기수단의 평형수단을 공유했 폐가스를 세정하기 위한 스크러버가 더 설치되어 대기오염을 방지할 수 있다.

상기 가스분석기는 질량분석기, 라보포트 및 베이킹을 포함 내장한 RGA-QMS(Residual Gas Analyzer - Quadrupole Mass Spectrometer)를 사용한다.

본 발명의 상기 다른 목적을 달성하기 위한 플라즈마 식각장치의 인사류 모니터링방법은, 플라즈마를 이용한 식각 챔버, 상기 식각 챔버에 공정가스를 공급하기 위한 공정가스 공급수단, 상기 식각 챔버로부터 공정수행 후의 폐가스를 평형수단에 의해 제거하는 폐가스 배기수단, 상기 식각 챔버내에 잔류하는 식각형체내의 가스를 차압을 이용하여 샘플링하는 샘플링 펌프나 배니폰드 및 상기 샘플링 펌프나 배니폰드로부터의 샘플링가스를 분석하는 가스분석기를 구비하여 이루어진 플라즈마 식각 장치의 인사류 모니터링방법에 있어서, 상기 샘플링 펌프나 배니폰드로부터 상기 식각 챔버내의 가스를 샘플링을 시작하는 단계: 상기 가스분석기의 최초 바깥압을 일정한 수준 이하로 낮추기 위하여 상기 가스를 베이킹하면서 아웃가싱(outgassing)하는 단계: 상기 식각 챔버내에 수용된 반도체 웨이퍼에 대하여 물리식각 관련 스트리치 전극 형성을 위한 식각공정을 수행하면서 공정가스의 반응메카니즘을 모니터링하는 단계: 상기 식각공정이 완료된 후 상기 웨이퍼를 컨트롤한 후 상기 식각 챔버내의 폐가스를 배기하는 단계: 및 상기 식각 챔버내에 세정가스를 인사류로 공급하면서 식각 챔버 내의 세정가스의 반응메카니즘을 모니터링하는 단계를 구비하여 이루어진다.

상기 물리식각 관련 식각공정의 식각가스는 Cl_2 가스를 사용할 수 있으며, 상기 식각 챔버 내에는 OES(Optical Emission Spectroscopy)를 더 설치하여 상기 식각공정시 Si 디가스의 파장변화를 더

[illegible]

인간, 동물, 병원의 살기 또한 동물 육체를 살리기 위한 팔라다스 식각행태와 잔류물 제거를 위한 인위적 세정행태를, 팔라다스들이 이용한 반도체 기체식각의 물리화학적 소모되지 않는 특성들을 위한 식각공정이 수화된 반도체와 식각행태의 잔류물 제거를 위한 인위적 세정행태와 있어서, 살기 식각공정이 수화된 반도체 웨이퍼를 식각행태의 잔류물 제거를 위한 인위적 세정행태로 식각된 SF₆ + Cl₂ 가스를 공급하여 식각행태내의 식각 잔류물을 세정하는 단계; 및 살기 식각행태 내의 세정

수준을 높여 주십시오. RGA-QMS의 도입이 고객 만족도를 높여 주실 수 있도록 노력하겠습니다. 감사합니다.

본 발명에 의하면 상기 생분해 매니폴드 및 가스분석기에 의하여 반도체 커패시터의 폴리실리콘 스토리지전극 형성을 위한 플라즈마 식각공정이 수행될 뿐만 아니라 동시에 식각챔버 내의 세정공정도 실시할 때에도 그 가스의 반응비카나움을 정확히 모니터링할 수 있으며, 따라서 그 세정공정의 레지스트 회절률의 균일성을 향상시킬 수 있다.

도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인시류 모니터링가능한 플라즈마 석각장치의 주변구성을 개략적으로 나타낸 도면이며, 도3은 도2의 인시류 모니터링장치 부분을 구체적으로 도시한 도면이다.

상기 식각장(10)은 플라즈마를 이용한 식각공정에 수행될 수 있다. 상기 식각장(10)에는 식각가스 식각가스공급원(20)으로부터 가스공급부(22)를 거쳐 식각장(10)로 공급된다. 운반가스 및 메탈을 필소스가 운반가스공급원(24)으로부터 역시 가스공급부(22)를 거쳐 식각가스와 함께 식각장(10) 내로 공급된다. 한편, 식각공정시 수행 후의 폐가스는 폐가스정리공정부(30)에 의하여 폐가스를 통하여 스크러버(40)를 거쳐 세정후로 폐가스가 배출된다.

한편, 석각행버(10) 내에서 발생하는 가스외 변화 메커니즘을 추적하기 위하여 상기 석각행버(10)로부터 생성물 추출할 수 있는 샘플링 메커니즘(50)가 설치되며, 상기 샘플링 메커니즘(50)을 거친 샘플링물자는 가스분석기(80)를 통하여 컨테이너로 도입될 수 있으며, 샘플링물과 가스분석을 위해 상기 가스분석기(80)의 후단에는 샘플링을 진공펌프(100)이 있으며, 상기 스크리너(40)에서 세정된 후 배기되어진다.

[illegible]

한편, 식각재료(10) 내로 웨이퍼의 표면/외면에 오실레이터(10)와 반도체층(14) 사이의 압착부의 의하여 오실레이터(10) 내의 반도체층 상에 반도체층(14)을 형성하는 단계, 단열한 오실레이터 오실레이터 유체가 전기 절연층 상에 반도체층(14)을 식각재료(10)를 전기 압착하여

설치하여 오실로스코프를 이들 입력에서 단지에 연결하여 각 단계의 입력변화를 관찰할 수 있다.

상기 가스의 샘플링 및 분석라인을 도3을 참조하여 구체적으로 살펴보면, 식각챔버(10)의 외측벽에 샘플링포트(56)를 설치하여, 상기 샘플링포트(56)에는 유입성있는 연결부(52)를 개재하여 샘플링 매니폴드(50)를 연결한다. 상기 샘플링 매니폴드(50)에는 샘플링관(54)을 스틱 밀접스 체결로 되어 연통대 직경이 3/8 인치의 관을 사용하며, 입력트랩라지(electrap laze)차이가 된 것을 사용한다. 상기 샘플링관(54)을 따라 순차적으로 제 1 에어발브(62), 제 2 에어발브(66), 제 1 아이솔레이셔널브(68), 제 2 아이솔레이셔널브(70), 제 3 아이솔레이셔널브(72) 및 게이트밸브(74)가 형성되어 있다. 상기 제 1 및 제 2 아이솔레이셔널브(68)(70)에는 각각 100마이크론의 오리피스(76)가 형성되며, 제 3 아이솔레이셔널브(72)에는 250 마이크로인치의 오리피스(76)가 형성되어 있다.

한편, 상기 샘플링 매니폴드(50)에는 '샘플링을 하지 않는' 동안에도 항상가스로 퍼지가스를 공급할 수 있도록 도2에서 보이듯이 용반가스공급관(54)으로부터 질소가스 분기부(58)를 연결하여 하나는 상기 제 1 에어발브(62)에 연결되고, 다른 하나는 제 2 에어발브(66)에 연결되어 있다. 또한 상기 제 1 아이솔레이셔널브(68)와 제 2 아이솔레이셔널브(70) 사이에는 CM 게이지(76)가 설치되며, 이 사이에 샘플링관(54)은 분기되어 가스분석기(80)에 내장된 샘플링용 챔버(60)를 경유하여 식각챔버(40)에 연결된다.

한편, 상기 게이트밸브(74)가 형성된 샘플링관(54)의 후단에는 가스분석기(80)가 연결된다. 상기 가스분석기는 상용화된 RGA-QMS(Retail Gas Analyzer Quadrapole Mass Spectrometer)를 사용함으로써, 이는 질량분석기(84)를 포함하여, 터보펌프(86)와 배기압을 펌프(88) 및 샘플링용 챔버(60)를 통과하여 상기 스크리버(40)에 배관연결된다. 상기 질량분석기(84)에는 이온제이지(82)가 설치되어 있다.

한편, 상기 가스분석기(80)로 사용된 RGA-QMS는 상용화 된 것으로서, 식각챔버(10) 내에 사용중인 가스에 진공진 가스를 샘플링하여 70 eV의 전위차로 가속된 전자와 충돌시켜 이온화시킨 후 사중극자 질량분석기(Quadrupole Mass Spectrometry)를 이용하여 의류와 교류를 발생시켜 유지하여 전압의 크기에 따라 특정의 양과에 전하량(eV)을 갖는 이온만을 통과하게 하여 질량 스펙트럼을 쉽게 한다. 이때 분석에 의해 얻어지는 이온들의 조성으로 가스의 성분과 대가나를 확인할 수 있게 된다. 본 발명에 사용된 RGA-QMS는 이동가능한 시스템으로 구성되어, 스테리얼공정에서 일반적으로 사용되는, '오버헤드(Over the Source: OHS)'와 같이 이온소스가 처음 진공함에 있는 사이아이드(Ion Source: CIS)로 되어 벨크 가스 뿐만아니라 공중가스의 분석이 가능하다.

한편, 상기 샘플링 매니폴드(50)에는 일개 오리피스(100/250 마이크로)를 사용하여 식각챔버내의 압력 이하의 샘플링압을 쉽게 조절한다.

도4는 도3의 식각챔버 내에서의 식각공정 및 인시루 세정공정의 진행상태를 개략적으로 나타낸 도면이며, 상기 RGA-QMS 작동상태를 '수상한다. 즉 상기 샘플링 매니폴드(50)에 가스분석기(80)를 연결하고 제 1 에어발브(62)와 제 3 에어발브(66)를 클로즈시키고 제 2 에어발브(66)와 제 4 에어발브(64)를 오픈시켜 RGA-QMS(80)로 N_2 가스를 상시 퍼지시킨다. 이어서 상기 제 4 에어발브(64)를 클로즈시키고 제 1 에어발브(62)를 오픈시켜 상기 공정챔버(10)내의 가스를 샘플링을 시작한다. 이때 CM 게이지(76)에 나타난 압력을 기준으로 하여 필요시 샘플링용챔버(60)를 가동하여 식각챔버(10)와 샘플링관(54) 내의 압력을 조절한다.

이어서, RGA-QMS 배기라인(가스를 수송한다. 즉, RGA-QMS의 챔버(도시안함) 내에 사용중인 질량분석기를 설치한 후 배기라인(Exhaust)을 배기기 챔버에 배기(baking)를 실시한다. RGA-QMS는 전자기기 자체의 오만에 민감한 배기이기 때문에 모든 평가시마다 그 배기라인도 스틱밀접을 잘 가하여 수분, 산소 성분의 오일 수분을 평가하기 그 수분이 다소 높을 때에는 RGA-QMS 챔버내를 250℃ 수증기로 배기하고, 샘플링 매니폴드에는 150℃ 수증기로 배기함을 실시하여 오일을 최소화하고 오일수준을 관리한다. 즉, 배기함을 실시하여 각 분석실 분출물(O_2 , H_2 , Ar , CO_2 등)에 대한 인텐시티로서 부분압의 크기(Amplitude, PPM)를 모니터링하고, 배기함을 통하여 분출물의 아웃가싱(outgasing)을 가속화시켜 RGA-QMS의 최소 배기압을 수증기를 평가한다.

이어서, 반도체 웨이퍼에 대한 특정 공정을 진행시키고 계속적으로 샘플링하여 공정진행 상태를 평가한다. 즉, 에칭 공정의 경우 에칭(etch)과 플라즈마(Plasma)의 식각공정의 동시 감지 추적자(hin etch)과 과식(over etch)등에서 식각각의 반응메카니즘을 모니터링하고 모니터링하여 평가한다.

이어서, S-플러 식각공정이 완료된 웨이퍼를 식각챔버로부터 인출한 후 세정기스로 식각챔버내로 공급하면서 인시루로 식각챔버내를 세정한다. 세정공정이 진행되는 동안에도 RGA-QMS로 식각가스를 계속 샘플링하여 세정공정시 가스의 반응메카니즘을 항상 모니터링하여 평가하며, 세정공정 전 인시루의 가스분석이나 플라즈마의 성분 분석을 통하여 인시루 세정공정의 효과를 파악하며, 최종적으로 세정공정의 시간, 압력, 온도 등의 핵심치를 최적화한다.

본 발명에 사용된 샘플링 매니폴드(50) 마이크로인치의 오리피스를 사용하여 내거는 압력(내지 50 mtorr)인 식각공정을 평가할 수 없었으며 상기 RGA-QMS는 1 내지 200 mm 범위(의 선택적)를 5.7초 내에 스캔(scan)하였다. 매 분석마다 샘플링 전후 RGA-QMS 및 샘플링 튜브의 바람직 스펙트럼을 확인하여 분석결과와 신뢰성을 확보하였다.

본 발명의 실시예에서 스토리지 플라즈마된 식각공정은 두 가지 식각레시미 하에서 수행하였다.

먼저, 식각레시미1은 스토리지 플라즈마된 식각가스로서 Cl_2 가스를 사용한 경우로서, 도5는 식각레시미에 따른 스토리지 플라즈마된 식각공정에 대한 주요 가스의 인텐시티(amplitude, ppm) 트

랜드를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타내며, 도8은 도5의 주석각단계의 239 스캔에서의 스펙트럼을 나타내며, 도7은 식각레시피0에 따른 스토리지 폴리실리콘 식각공정에 대한 식각공정도 ODS로 분석한 결과를 나타낸다.

도5 및 도5으로부터 예전트인 Cl_2 에 의해 폴리실리콘이 $SiCl_4(SiCl_2^*, SiCl_3^*)$ 가스의 형태로 식각됨을 알 수 있으며, RGA-QMS상의 $SiCl_4$ 의 거동은 도7의 405 nm의 EPD(End Point Detection) 스펙트럼의 결과와 잘 일치함을 알 수 있다.

다음으로, 식각레시피0는 스토리지 폴리실리콘 식각가스로서 $SF_6 + Cl_2$ 가스를 사용한 경우로서, 도8은 식각레시피0에 따른 스토리지 폴리실리콘 식각공정에 대한 주요 가스의 엔드포인트(Endpoint ppm) 트랜트를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타내며, 도9는 도8의 주석각단계의 172 스캔에서의 스펙트럼을 나타내며, 도10은 식각레시피0에 따른 스토리지 폴리실리콘 식각공정에 대한 식각공정도 ODS로 분석한 결과를 나타낸다.

상기 식각레시피0에서는 폴리실리콘을 $SF_6 + Cl_2$ 가스를 이용하여 주석각한 후 Cl_2 가스를 이용하여 과식각한다. SF_6 자체는 불활성가스이나 RF공에서는 리액티브 플우오라이드 이온을 형성하여 Cl_2 가스와 함께 폴리실리콘 식각에 사용될 수 있다.

도5 및 도5의 분석결과로부터 SF_6 와 Cl_2 가스가 예전트로 작용하여 생성되는 주요 생성물은 $SiF_4(SiF^*, SiF_2^*, SiF_3^*)$ 가스이며, $SiCl_4F_2(SiCl^*, SiClF_2^*, SiClF_3^*, SiCl_2F_2^*, SiCl_2F^*, SiClF_2^*, SiClF_3^*)$ 가스의 형태로도 식각됨을 알 수 있으며, RGA-QMS상의 가스의 거동은 도10의 EPD(End Point Detection) 스펙트럼의 결과와 잘 일치함을 알 수 있다. 도10에서 RF 파워원은 5단계 이후 주석각이 이루어지며, RF 파워오프되는 5단계를 거쳐 안정화한 후 RF 파워온되는 5단계 후 과식각공정에 수행되는 것을 알 수 있다.

본 발명의 실시예에서 식각변비를 인시류로 세정하는 공정은 3 단계로 이루어진다. 즉, 예전트로 본 $SF_6 + Cl_2$ 가스를 사용하는 식각단계, Cl_2 가스를 사용하는 에어링(airing)단계 및 퍼가스에 대한 세정단계로 이루어진다.

도11은 본 발명의 원 실시예에 따른 식각변비 인시류 세정시 식각시간을 80초로 하여 주요가스의 트랜트를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타내며, F 엔지가 리액티브 예전트로 작용하여 식각변비 내의 폴리머를 SiF_4 의 형태로 식각함을 알 수 있다. 그 밖에 SO_2^* , SO_3^* 등의 부산물도 검출됨을 알 수 있다.

도11로부터 식각(세정)의 주 생성물인 SiF_4 는 식각 시작 직후 급격히 증가하였다가 서서히 감소하고 식각이 끝나지 사라져 엔드포인트를 정확하게 확인할 수 있었다. 도12는 도11에 대하여 식각시간을 120초로 연장한 식각변비 인시류 세정시 주요가스의 트랜트를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타낸다. 도12로부터 약 74초에서 식각이 완료됨을 알 수 있다.

도13은 상기 식각시간을 변경하기하여 최적화된 식각변비 인시류 세정시

주요가스의 트랜트들을 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타낸다. 즉, $SF_6 + Cl_2$ 가스를 이용하여 식각하는 식각단계는 시간 100초, 압력 15 mT 및 RF파의 400W 하에서 수행하며, 에어링단계는 시간 30초, 압력 20 mT, RF 파워 400W 하에서 Cl_2 가스하에서 수행하며, 질소가스를 일부 공급한다. RF 파워를 오프시킨 후 정압단계를 800초간 수행하였다.

상기 본 발명의 인시류 세정공정의 효과를 파악하기 위하여 파티클분석과 에어저시 실리온 측시기에 웨이퍼 표면의 파티클을 세프스캔(SUPSCAN)으로 분석한 바에 의하면, 인시류 세정공정 후에도 파티클수가 줄어드는 것을 알 수 있었다.

한편, 세정공정의 결과에서 식각변비내의 Fe, Cr, Ni, Zn, Ti, S, Cl, F, NH₄ 등의 금속성/이온성 불순물을 TXRF (Total X-ray Reflection Fluorescence) /HPLC(High Performance Ion Chromatography)로 측정하여 세정공정의 효과를 판단할 수도 있다.

발명의 효과

따라서, 본 발명에 의하면 RGA-QMS를 이용하여 식각변비를 인시류 모니터링함으로써 식각공정과 세정공정, 즉, 실제 가스상의 반응메카니즘을 평가할 수 있었으며, 이를 토대로 폴리실리콘 식각시, 웨이퍼에 예전트, 반응생성물들 확인 규명하여 반응메카니즘과 엔드포인트를 정확하게 확인할 수 있었으며, 세정공정시 식각시간을 최적화하여 불필요한 세정시간을 감소시켰으며, 파티클 발생을 억제하였으며, 슬비의 가용도를 향상시키는 효과가 있다.

이상에서 본 발명은 기재된 구체예에 대해서만 상세히 설명되었지만 본 발명의 기술사상 범위 내에서 다양한 변형 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속함은 당연한 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

플라즈마를 이용한 식각공정에 수행되는 식각변비;

상기 식각챔버에 공정가스를 공급하기 위한 공정가스 공급수단;

상기 식각챔버로부터 공정수행 후의 폐가스를 점령수단에 의해 제거하는 폐가스 제거수단;

상기 식각챔버에 연결되어 식각챔버내의 가스를 차압을 이용하여 샘플링하는 샘플링 매니폴드;

상기 샘플링 매니폴드로부터 샘플링가스를 분석하는 가스분석기;

를 구비하여 이루어진 것을 특징으로 하는 인시츄 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 식각챔버는 플라즈마를 이용하여 반도체 커패시터의 스토리지 플린실리콘 금속 형성을 위한 식각공정이 이루어지는 챔버를 특징으로 하는 상기 인시츄 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 공정가스 공급수단에 의해 5% 및 D_2 가스를 포함하는 공정가스가 공급되는 것을 특징으로 하는 상기 인시츄 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

유변가스가 상기 식각챔버 및 상기 샘플링 매니폴드에 다 공급될 수 있는 것을 특징으로 하는 상기 인시츄 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 식각챔버 내에는 측정가스의 파장변화를 모니터링할 수 있는 OES(Optical Emission Spectroscopy)가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 상기 인시츄 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 식각챔버는 식각대상물을 고진공하에서 대기시켜 놓는 로드락 챔버와 결합되어 있으며, 상기 식각챔버와 로드락 챔버는 압력변화의 추이를 모니터링할 수 있는 오실로스코프(Oscilloscope)가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 상기 인시츄 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 샘플링 매니폴드에는 상기 식각챔버내의 압력과 통원하게 유지될 수 있도록 일체 모리피스가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 상기 인시츄 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 샘플링 매니폴드는 상기 식각챔버와의 연결부로부터 순차적으로 제 1 에어밸브, 제 2 에어밸브, 제 1 아이솔레이션밸브, 제 2 아이솔레이션밸브, 제 3 아이솔레이션밸브 및 게이트밸브가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 상기 인시츄 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 샘플링 매니폴드에는 피치유으로 분반가스가 공급되며, 상기 유변가스 공급라인은 분반가스 공급라인으로부터 상기 제 1 및 제 2 에어밸브에 각각 연결되며 중간에 각각 제 5 및 제 4 에어밸브를 구비하는 것을 특징으로 하는 상기 인시츄 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 샘플링 매니폴드의 제 1 아이솔레이션밸브와 제 2 아이솔레이션밸브 사이에는 CM(Capacitance Manometer)가 설치 및 상기 식각챔버와 샘플링 매니폴드 사이의 압력을 측정할 수 있는 펌프를 구비하는 압력조절용 배가라인이 더 설치되는 것을 특징으로 하는 상기 인시츄 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 샘플링 매니폴드의 제 1 아이솔레이션밸브, 제 2 아이솔레이션밸브 및 제 3 아이솔레이션밸브의 오리피스는 각각 100 마이크로, 100 마이크로 및 950 마이크로인 것을 특징으로 하는 상기 인시튜 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 폐가스 배기수단의 펌핑수단을 경유한 폐가스를 세정하기 위한 스크러버가 더 설치되어 있으며, 상기 가스분석기를 경유한 가스가 상기 스크러버를 경유하여 배출되도록 하는 것을 특징으로 하는 상기 인시튜 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 가스분석기는 질량분석기, 턴보림프 및 배메림프 핀프를 내장한 RGA-QMS(Residual Gas Analyzer - Quadrupole Mass Spectrometer)임을 특징으로 하는 상기 인시튜 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 샘플링 매니폴드는 일렉트로폴리싱(electropolishing) 처리된 스테인레스강 재질의 배관용 사용하는 것을 특징으로 하는 상기 인시튜 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 15

플라즈마를 이용한 식각장비, 상기 식각장비에 공정가스를 공급하기 위한 공정가스 공급수단, 상기 식각장비로부터 공정수반 후의 폐가스를 펌핑수단에 의해 제거하는 폐가스 배기수단, 상기 식각장비 내 연결되어 식각챔버내의 가스를 차압을 이용하여 샘플링하는 샘플링 매니폴드 및 상기 샘플링 매니폴드로부터의 샘플링가스를 분석하는 가스분석기를 구비하여 이루어진 플라즈마 식각장치의 인시튜 모니터링방법이 있어서,

상기 샘플링 매니폴드부터 상기 식각챔버내의 가스를 샘플링을 시작하는 단계;

상기 가스분석기의 최초 바탕값을 일정 수준이하로 낮추기 위하여 상기 가스를 배미팅하면서 아웃게싱(outgasing)하는 단계;

상기 식각챔버내에 수증기 방출체 확인부에 대하여 플러싱된 스토리지 전극 형성을 위한 식각공정을 수행하면서 공정가스의 반응메카니즘을 모니터링하는 단계;

상기 식각공정이 완료된 후 상기 웨이퍼를 언로딩한 후 상기 식각챔버내의 폐가스를 배기하는 단계; 및

상기 식각챔버에 세정가스를 인시튜로 공급하면서 식각 챔버 내의 세정가스와 반응메카니즘을 모니터링하는 단계;

를 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각장치의 인시튜 모니터링방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 플러싱된 식각공정의 식각가스는 Cl_2 가스이며, 상기 가스분석기는 질량분석기를 내장한 RGA-QMS임을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시튜 모니터링방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 식각챔버 내에는 OES(Optical Emission Spectroscope)가 더 설치되어 있으며, 상기 식각공정 시 SiCl_4 가스의 파장변화를 더 모니터링하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시튜 모니터링방법.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 플러싱된 식각공정의 식각가스는 $\text{SF}_6 + \text{Cl}_2$ 가스이며, 상기 가스분석기는 질량분석기를 내장한 RGA-QMS임을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시튜 모니터링방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 식각챔버 내에는 OES(Optical Emission Spectroscope)가 더 설치되어 있으며, 상기 식각공정 시 SiF_4 가스의 파장변화를 더 모니터링하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의

인시류 모니터링방법.

청구항 20

제 15 항에 있어서,

상기 세정기스는 Cl_2 + SF_6 가스이며, 상기 가스분석기는 질량분석기를 내장한 RGA-QMS임을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 식각챔버 내에는 OES(Optical Emission Spectroscopy)가 더 설치되어 있으며, 상기 세정공정시 SF_6 가스의 파장변화를 더 모니터링하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법.

청구항 22

제 15 항에 있어서,

상기 식각챔버는 식각대상물을 고진공하에서 대기시켜 놓는 로드락챔버와 결합되어 있으며, 상기 식각챔버와 로드락챔버에는 압력변화의 주어를 모니터링할 수 있는 오실로스코프(Oscilloscope)가 더 설치되어 있으며, 상기 식각공정에 수행된 웨이퍼의 연로담금철을 상기 식각챔버와 로드락챔버의 압력변화를 모니터링하면서 수행하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법.

청구항 23

제 15 항에 있어서,

상기 세정된 웨니콜드에 의하여 세정된 동작을 하지 않을 때에는 상기 세정된 웨니콜드와 가스분석기를 피지가스를 이용하여 계속적으로 피지하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법.

청구항 24

제 15 항에 있어서,

상기 세정된 웨니콜드에 의하여 새로운 세정된 동작을 수행하기 전에는 항상 상기 가스분석기 내의 가스를 웨이퍼를 이용하여 아웃게싱(Outgassing)하여 바랄값을 일정 수준이하로 낮추어 주는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법.

청구항 25

플라즈마를 이용한 반도체 커패시터의 플러시공정 스토리지 전극 형성을 위한 식각공정이 수행된 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법에 있어서,

상기 식각공정이 수행된 반도체 웨이퍼를 식각챔버로부터 연로달하는 단계;

상기 식각챔버 내로 SF_6 + Cl_2 가스를 공급하여 식각챔버내의 식각 잔류물을 세정하는 단계; 및

상기 식각챔버 내의 세정된 잔류물을 평형하여 제거하는 단계;

를 구비하여 이루어진 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 웨이퍼를 연로달한 후 식각챔버 내의 피지가스를 제거하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법.

청구항 27

제 25 항에 있어서,

상기 식각챔버 내는 식각챔버 내의 가스를 차압을 이용하여 샘플링할 수 있는 샘플링 웨니콜드가 설치되며, 상기 샘플링 웨니콜드로부터 샘플링된 가스를 분석하는 RGA-QMS가 설치되어 상기 식각잔류물 세정공정 시 가스의 반응메카니즘을 모니터링하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 RGA-QMS의 모니터링 결과를 분석하여 상기 세정공정의 식각 종료점을 결정하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 식각 챔버 내의 압력 및 온도 조건을 변경하면서 상기 FGA-OMS의 모니터링 결과를 분석하여 상기 세정 공정의 식각 증발량을 최적화하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각 챔버의 잔류물 제거를 위한 인시큐 세정 방법.

청구항 30

제 25 항에 있어서,

상기 식각 챔버 내의 잔류를 제거를 위한 세정 단계와 별칭 단계 사이에 에이징(aging) 단계를 더 수행하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각 챔버의 잔류물 제거를 위한 인시큐 세정 방법.

청구항 31

제 29 항에 있어서,

상기 에이징 단계에서는 식각 챔버 내에 상기 SF_6 가스의 공급을 중단하고 Cl_2 가스를 공급하면서 수행하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각 챔버의 잔류물 제거를 위한 인시큐 세정 방법.

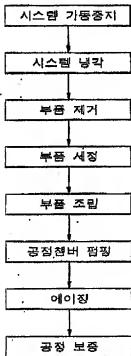
청구항 32

제 31 항에 있어서,

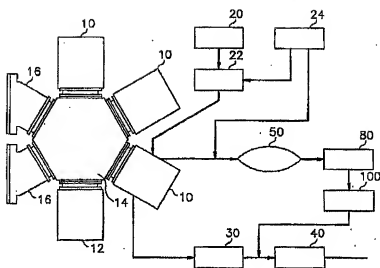
상기 에이징 단계에서 식각 챔버 내에 N_2 가스를 더 공급하면서 수행하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각 챔버의 잔류물 제거를 위한 인시큐 세정 방법.

도면

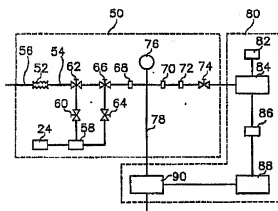
도면 1



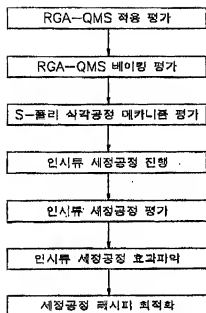
582



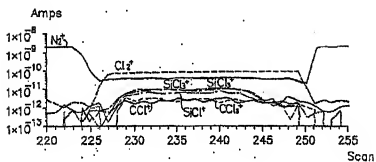
593



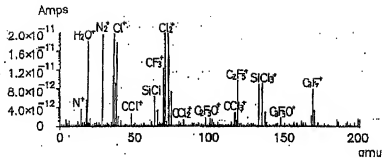
도면4



도면5

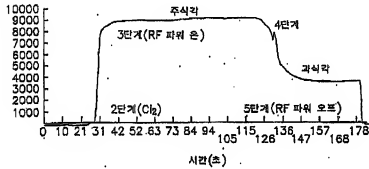


도면6

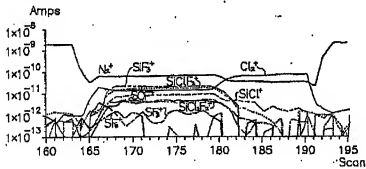


도면7

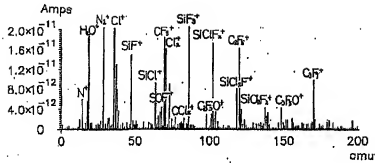
인편시리



도면8

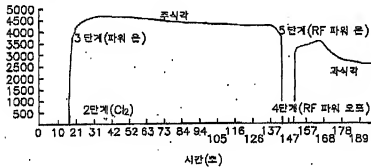


도면9

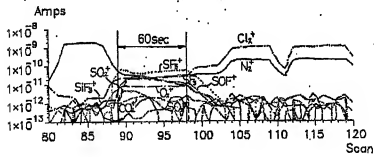


도면10

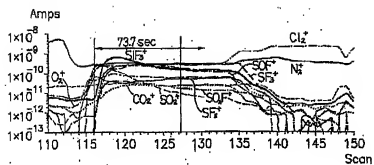
인텐시티



도면11



도면 12



도면 13

